...e costruisci il tuo LABORATORIO DIGITALE

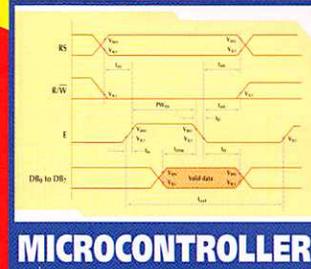
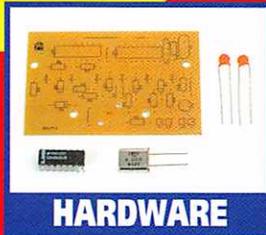
6,90 €

63

HARDWARE

DIGITALE DI BASE

MICROCONTROLLER

DIGITALE AVANZATO

TOTALMENTE PROGRAMMABILE!!!

9 771824 363008 41063

Peruzzo & C.

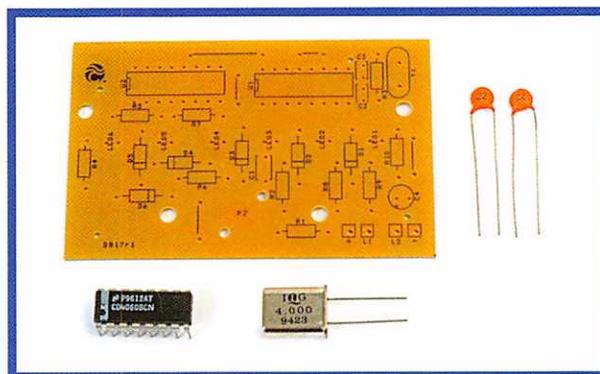
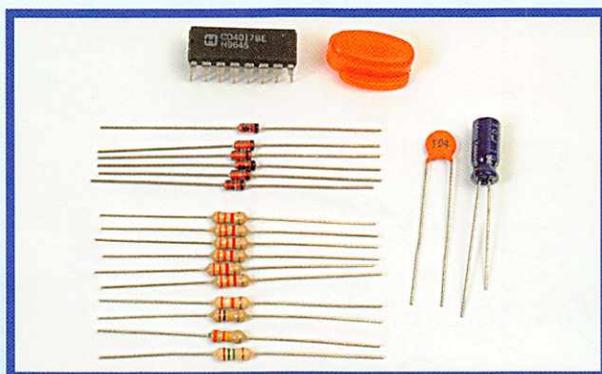
Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Grafiche Porpora s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE"
si compone di
70 fascicoli settimanali
da suddividere
in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

IN REGALO in questo fascicolo

1 Scheda DG17r1
1 Quarzo da 4 MHz
1 Circuito integrato 4060
2 Condensatori da 22 pF ceramici

IN REGALO nel prossimo fascicolo

1 Condensatore da 10 µF elettrolitico
1 Circuito integrato 4017
1 Condensatore da 100 nF ceramico
6 Diodi 1N4148
1 Resistenza da 39 K 5% 1/4 W
6 Resistenze da 3K3 5% 1/4 W
1 Resistenza da 330 K 5% 1/4 W
1 Resistenza da 100 K 5% 1/4 W
1 Resistenza da 1M K 5% 1/4 W
1 Tasto di plastica

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

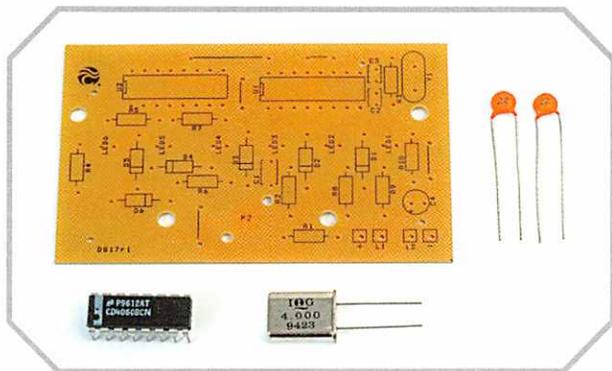
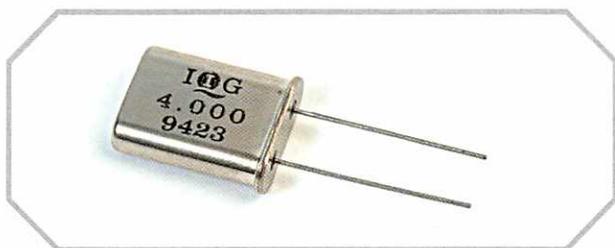
L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede. **Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail:** elettronicadigitale@microrobots.it

Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

Microcontroller Esercizi con i microcontroller

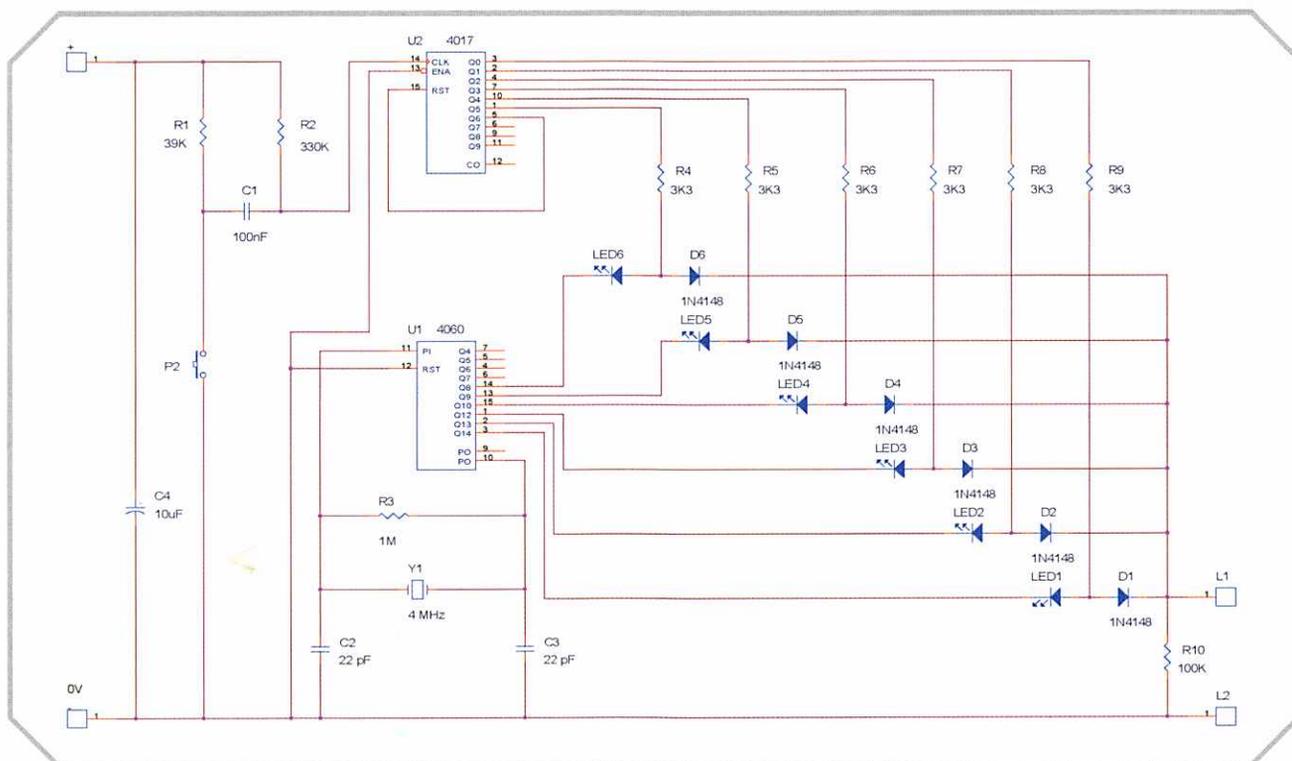
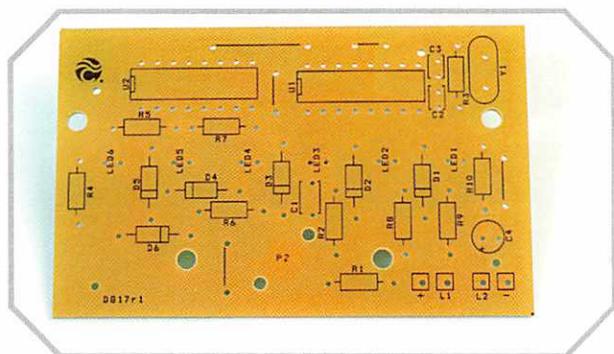
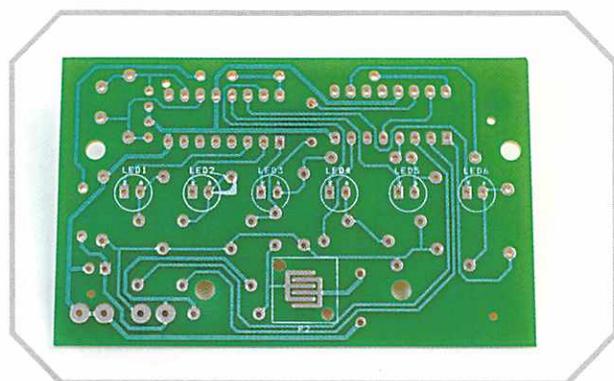
Generatore con quarzo

Componenti allegati a questo fascicolo.

Cristallo di quarzo da 4 MHz.

Con questo fascicolo vengono forniti il circuito stampato e alcuni dei componenti necessari per costruire il generatore di frequenza fissa del laboratorio che ha come riferimento DG17.

I componenti

Oltre al circuito stampato DG17 sono forniti i condensatori da 22 pF, un cristallo di quarzo e un circuito integrato.

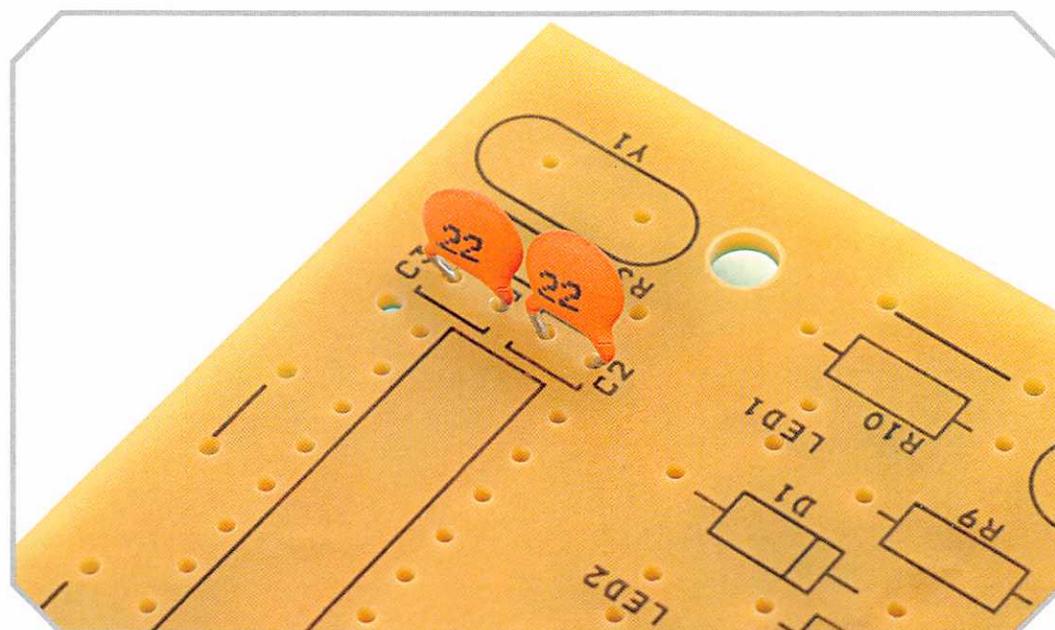
Il quarzo a 4 MHz ci permetterà di costruire un oscillatore la cui frequenza è molto stabile.

Il circuito integrato è un 4060 della famiglia CMOS che contiene al suo interno i componenti necessari per costruire un oscillatore al quarzo e ha solo bisogno di due piccoli condensatori da 22 pF e una resistenza da 1 M come componente esterno. Questo integrato contiene al suo interno una serie di divisori concatenati che ci permettono di ottenere diverse frequenze a partire da quella generata

Schema elettrico corrispondente alla scheda DG17.

Circuito stampato DG17, lato componente.

Circuito stampato DG17, lato saldature.

dal quarzo. Il metodo che si utilizza consiste nel realizzare divisioni successive per due, fino a un massimo di 14.

Il circuito

Se guardiamo lo schema noteremo immediatamente due circuiti integrati e un quarzo.

Prendiamo in considerazione il circuito U1, ai capi dei quali sui terminali 10 e 11 troviamo un cristallo di quarzo, due condensatori e una resistenza, in modo che grazie all'elettronica interna del circuito integrato, otterremo un oscillatore controllato dal quarzo, che oscilla alla frequenza di 4 MHz. Con questo tipo di oscillatori si ottiene una buona stabilità di frequenza. È ovvio che per ottenere questa frequenza l'integrato deve essere alimentato, inoltre è necessario collegare il negativo dell'alimentazione anche al terminale 12. In questo modo si ottengono sulle uscite, identificate da una Q seguita da un numero, diverse frequenze, derivate dalla divisione di quella principale generata dal quarzo. Utilizzeremo solamente sei di queste uscite, in quanto il circuito stampato è stato progettato per ottenere le frequenze delle ultime sei divisioni, che si trovano sui terminali dell'integrato riportati nella tabella. Il circuito integrato U2 è un contatore ad anello con dieci uscite, disposte in modo che solamente una di esse sia a livello alto e a ogni impulso di clock si disattiva l'uscita

Condensatori C2 e C3.

Circuito integrato 4060.

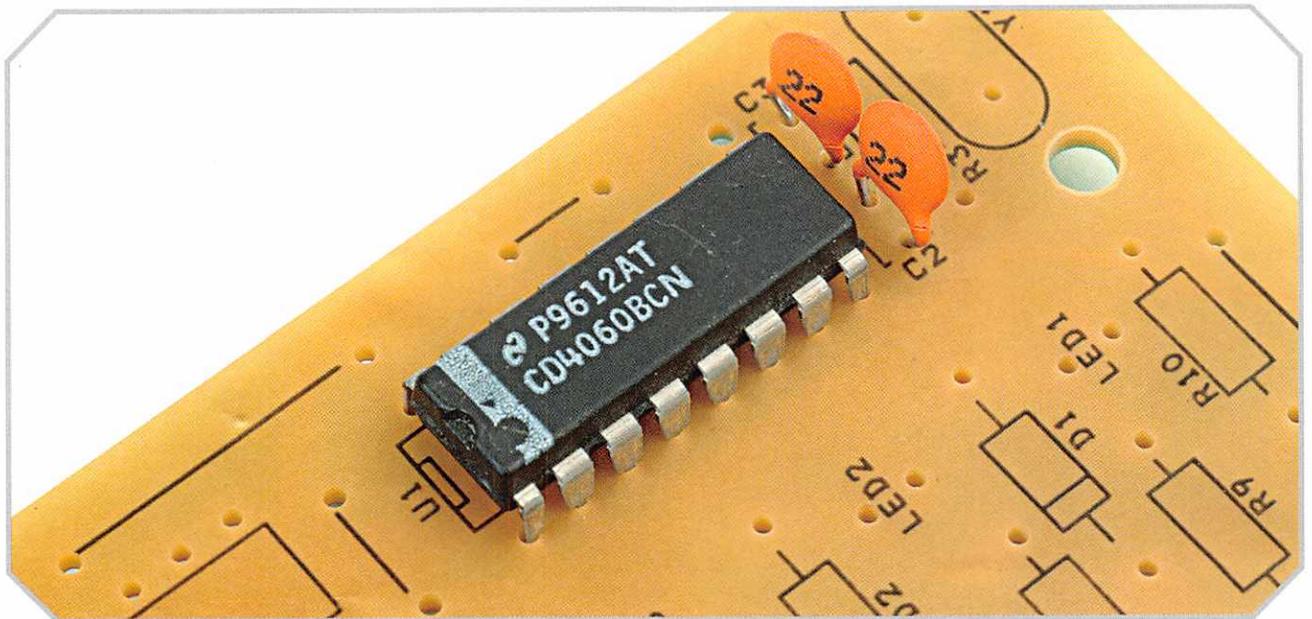
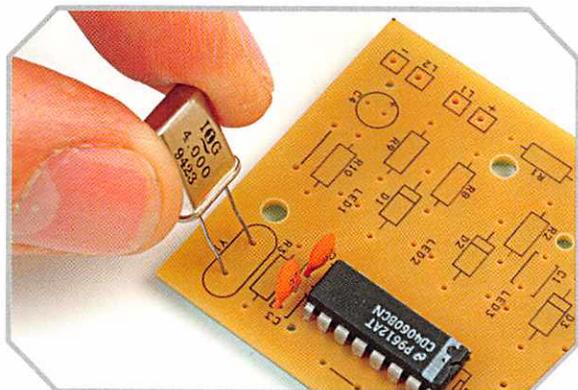
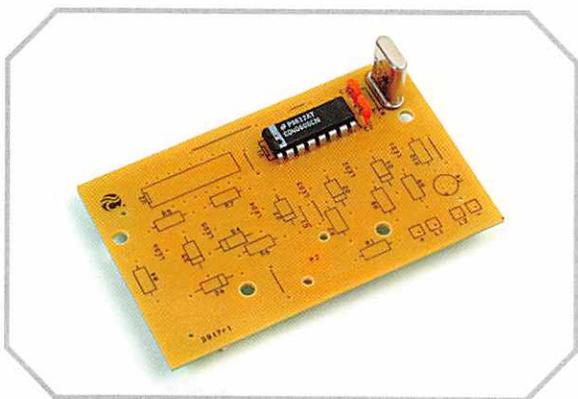
Riferimento	Terminale	Frequenza
Q8	14	15.625 Hz
Q9	13	7.812,5 Hz
Q10	15	3.906,25Hz
Q12	1	976,5 Hz
Q13	2	488 Hz
Q14	3	244,1 Hz

che era attivata e si attiva la successiva. In questo caso gli impulsi di avanzamento del clock si ottengono da un pulsante che ha come riferimento P2 e da un circuito antirimbalzo formato dalle resistenze R1 e R2 e dal condensatore C1.

Le uscite di questo circuito integrato controllano il passaggio verso l'uscita di una sola delle sei frequenze che utilizza questo circuito, cosa che vi verrà spiegata più avanti.

È necessario verificare qual è il terminale 1.

Condensatori

I primi componenti da installare sono i due condensatori da 22 pF che corrispondono ai riferimenti C2 e C3, sono componenti senza polarità, quindi è sufficiente inserire i loro terminali e dopo averli saldati tagliare la parte in eccesso dei reofori.

Circuito integrato 4060 già montato.

Montaggio del cristallo di quarzo.

DG17 con i due condensatori montati.

L'integrato 4060

Questo integrato ha come riferimento U1, sia nello schema che nel circuito stampato. È molto importante identificare la tacca di riferimento che permette di individuare il terminale 1, per poter inserire il componente per il verso giusto sul circuito stampato.

Prima di questa operazione è necessario verificare che tutti i terminali siano perfettamente allineati, in caso contrario li dobbiamo correggere fino ad allinearli bene, infatti durante il trasporto o la manipolazione i piedini dell'integrato potrebbero aver patito qualche piccola deformazione, che normalmente non riveste molta importanza, dato che è facile da correggere.

Dopo aver inserito l'integrato dobbiamo verificare che tutti i suoi terminali abbiano attraversato i fori e prima di saldarlo bisognerà controllare nuovamente che la collocazione sia corretta.

La saldatura deve iniziare dai due estremi opposti fissando l'integrato. Dobbiamo applicare il saldatore il tempo strettamente necessario per realizzare la saldatura, utilizzando stagno di buona qualità. Il circuito integrato è progettato per sopportare la saldatura, ma in ogni caso bisogna applicare il saldatore solamente per il tempo necessario.

Vista generale del laboratorio.

Indicatore di abbassamento di tensione

Questo circuito si può utilizzare per ottenere un avviso di abbassamento di tensione, ad esempio quando si verifica lo scaricamento delle batterie.

Il circuito

Per studiare il funzionamento di questo circuito, ci concentreremo per il momento solo sui seguenti componenti: i LED A e B, la resistenza R1 e la porta U1A.

Immaginiamo di togliere i diodi LED A e B, mentre la resistenza R1 mantiene il livello 0 sull'ingresso della porta U1A; quest'ultima, dato che ha gli ingressi collegati insieme, funziona come una porta invertente, quindi la sua uscita sarà a livello alto.

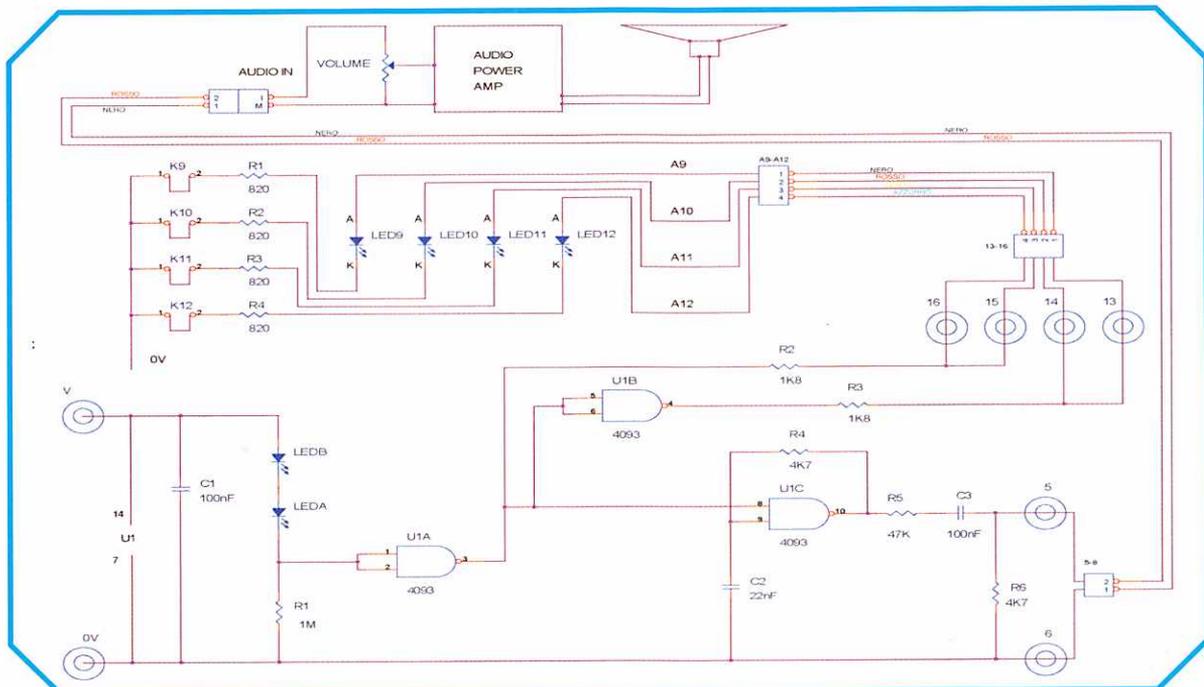
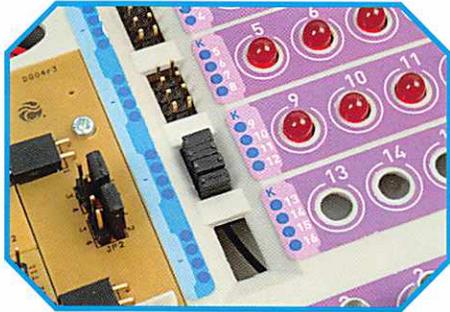
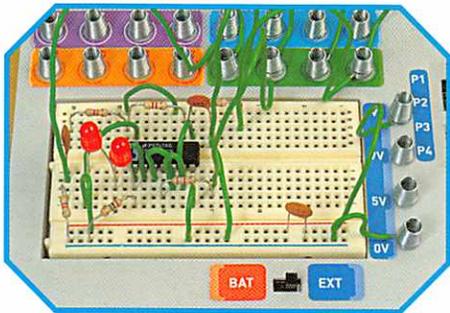
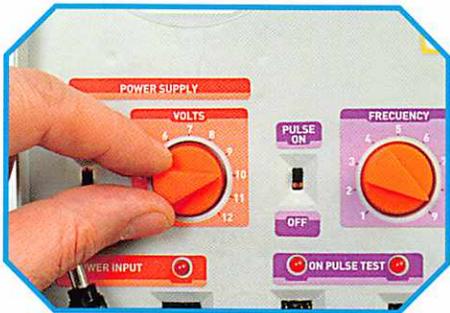
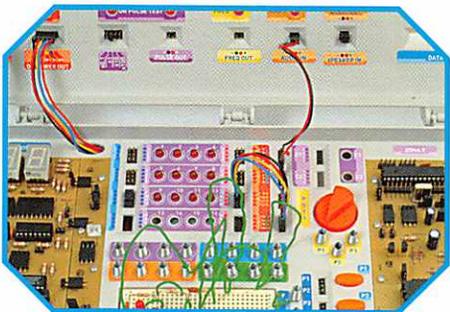
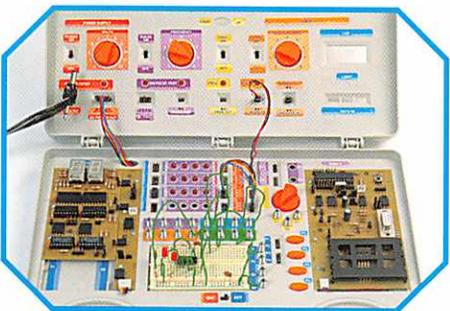
Per contro, per fare circolare corrente attraverso i LED è sufficiente superare la loro soglia di tensione, inoltre per fare in modo che la tensione sull'ingresso della porta U1A sia considerata un 1, bisogna superare una determinata tensione, il cui livello, per complicare ulteriormente le cose, dipende dalla tensione di alimentazione.

Riassumendo, dato che l'anodo del primo LED è collegato direttamente alla tensione di alimentazione, quando questa tensione supera un certo livello, i LED conducono e quando sulla resistenza R1 cade una tensione sufficiente per fare in modo che l'ingresso della porta sia un 1, sulla sua uscita troveremo il livello 0, invece se il livello è insufficiente l'ingresso sarà 0 e l'uscita 1.

Distribuzione di componenti sulla scheda Bread Board.

Cablaggio interno della scheda.

Vediamo il resto del circuito

Quando l'uscita della porta U1B è 1, si illuminano i LED 9 e 10, che in questo caso indicano il funzionamento normale del dispositivo, di cui stia-

Schema elettrico.

Ponticelli sui catodi della terza fila di LED.

Commutatore su EXT.

La tensione deve superare 10 V.

Dettaglio del collegamento.

Laboratorio con l'esperimento completato.

mo tenendo sotto controllo la tensione di alimentazione.

Quando la tensione di alimentazione scende al di sotto di un certo valore, l'uscita della porta U1A passa a livello alto e l'oscillatore formato dalla porta U1C si attiva, e dato che la sua uscita è collegata all'amplificatore audio, potremo udire un segnale acustico oltre all'illuminazione dei LED 11 e 12, mentre si spegneranno i LED 9 e 10.

Dobbiamo notare in questo schema la presenza del condensatore C3, il quale è molto importante in questo circuito, dato che utilizziamo un'alimentazione diversa per l'amplificatore audio 5 V, e un'altra più alta sino 12 V e variabile per il circuito, montato sulla scheda Bread Board. Questo condensatore separa la componente continua di entrambi i circuiti e lascia passare solamente la componente alternata che contiene le informazioni del suono.

Montaggio e prova

Crediamo non sia necessario spiegare il montaggio, perché si esegue come d'abitudine, per quanto riguarda la prova invece è necessario ricordare che bisogna collegare un alimentatore esterno, che sia capace di fornire almeno 10 V di tensione. Il commutatore di tensione deve essere in posizione EXT, quindi non saranno necessarie le batterie, il commutatore POWER deve essere su ON, così come quello AUDIO e la tensione di alimentazione con il comando VOLTS fra 10 e 12 Volt. In queste condizioni i LED 9 e 10 si illuminano e i rimanenti restano spenti. Se si abbassa la tensione si può vedere che all'incirca a 6,5 Volt si illuminano i LED 11 e 12, si spengono i LED 9 e 10 e si sente un segnale acustico il cui livello si regola con il potenziometro del volume. Il segnale si mantiene anche se la tensione continua ad abbassarsi, mentre l'integrato continua a funzionare; alcuni chip possono funzionare anche con una tensione di soli 3,5 Volt.

Se invece facciamo salire la tensione, vedremo che il segnale di tensione bassa rimane fino a quando si superano all'incirca 7,5 Volt.

LISTA DEI COMPONENTI

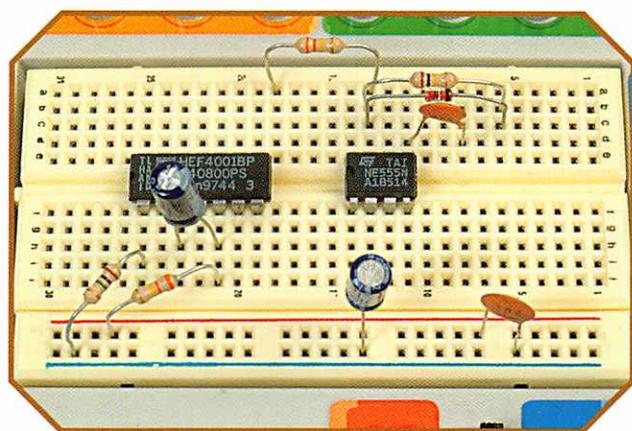
U1	Circuito integrato 4093
R1	Resistenza 1 M (marrone, nero, verde)
R2, R3	Resistenza 1K8 (marrone, grigio, rosso)
R4, R6	Resistenza 4K7 (giallo, viola, rosso)
R5	Resistenza 47 K (giallo, viola, arancio)
C1,C3	Condensatore 100 nF
C2	Condensatore 22 nF

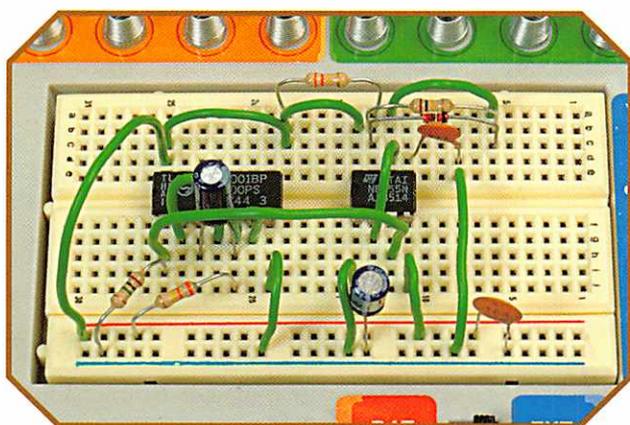
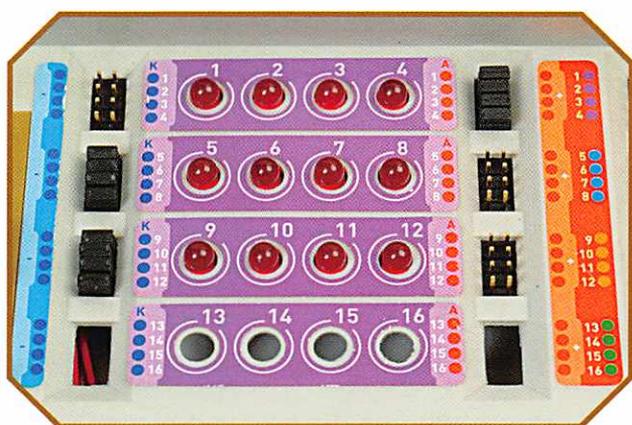
Controllo per le barre luminose

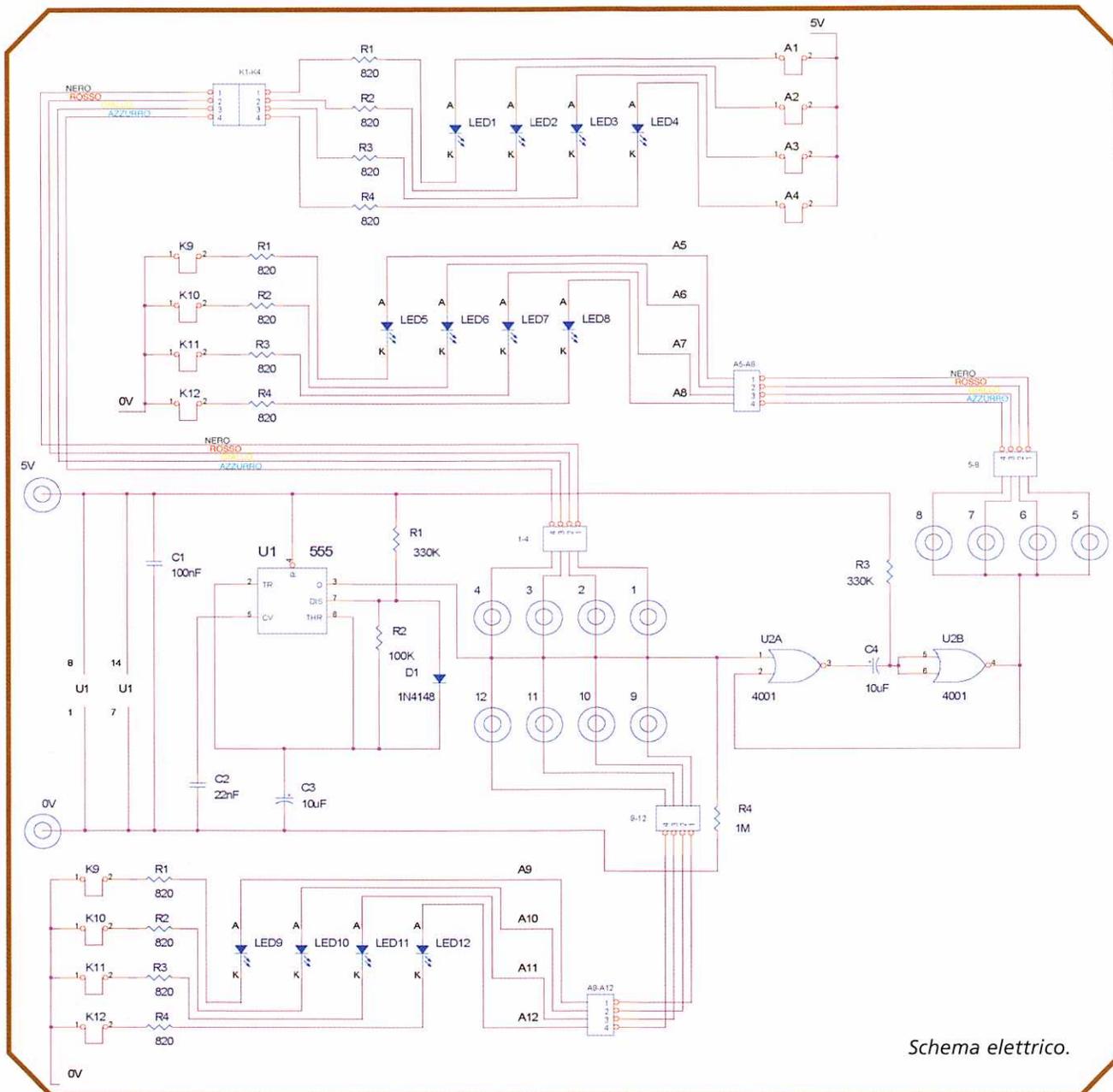
Questo circuito si potrebbe adattare per esempio per controllare un semaforo di accesso a un garage. Si illuminano alternativamente due file di LED, mentre la terza si attiva solo per un istante dopo l'illuminazione di una delle altre.

La funzione di questo circuito è il controllo di due file di LED, che potrebbero rappresentare la luce rossa e quella verde di un semaforo, mentre l'altra fila potrebbe essere utilizzata per il giallo o per un segnale aggiuntivo, e si illumina per un determinato periodo dopo il cambio avvenuto fra le prime due.

Il circuito

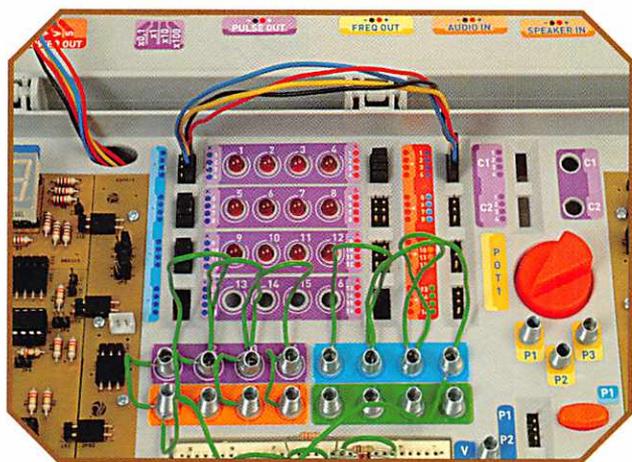
Il funzionamento del circuito è basato sul noto circuito integrato 555 configurato come astabile. L'uscita di questo circuito è a livello alto, il tempo regolato dalla resistenza R1 e dal condensatore C3, mentre il periodo per il quale l'uscita è a livello basso dipende dal condensatore C3 e dalla resistenza R2; quindi se vogliamo aumentare entrambi i tempi vi raccomandiamo di incrementare il valore di C3. Volendone cambiare solo uno e lasciare fisso l'altro, è necessario cambiare il valore della resistenza corrispondente. All'uscita di questo circuito terminale 3 di U1, sono collegati contemporaneamente otto LED, ma solamente quattro di essi si illumineranno: quando l'uscita è a livello alto si illumineranno i LED da 9 a 12, dato che i LED da 1 a 4 non sono polarizzati, cioè fra i loro terminali non c'è una caduta di tensione sufficiente per portarli in conduzione.

Componenti sulla scheda Bread Board.

Da notare anche che questa uscita si collega all'ingresso di una porta NOR U2A. Questa porta, la U2B, il condensatore C4 e la resi-

Cablaggio interno della scheda.

Ubicazione dei ponticelli sulla matrice dei LED.

Schema elettrico.

stenza R3 formano un circuito monostabile che si attiva quando si applica un livello alto all'ingresso, terminale 1, della porta U2A. Il ritardo ottenuto dipende dai valori di C4 e R3. Quando l'uscita di questo monostabile è a livello alto si illuminano i LED da 5 a 8.

Montaggio

Il montaggio non è difficile, ma bisogna fare molta attenzione per non dimenticare nessun collegamento. Inizieremo inserendo i componenti sulla scheda Bread Board, dopodiché monteremo i ponticelli sulle file dei LED, facendo molta attenzione, dato che sulla fila 1 – LED da 1 a 4 – si inseriscono sugli anodi, mentre sulle file 2 e 3 si inseriscono sui catodi.

Collegheremo ora i cavetti a quattro conduttori terminati su connettori a quattro vie. Uno dei cavetti si collega fra le connessioni dei catodi dei LED da 1 a 4, e l'altro capo ai con-

Collegamenti della prima fila di LED.

Collegamenti della seconda fila di LED.

nettori delle molle dalla 1 alla 4. Il secondo cavetto si collega fra le connessioni degli anodi dei LED da 5 a 8 e le molle dalla 5 alla 8. Il terzo cavetto si collega fra le connessioni degli anodi corrispondenti ai LED da 9 a 12 e le molle dalla 9 alla 12.

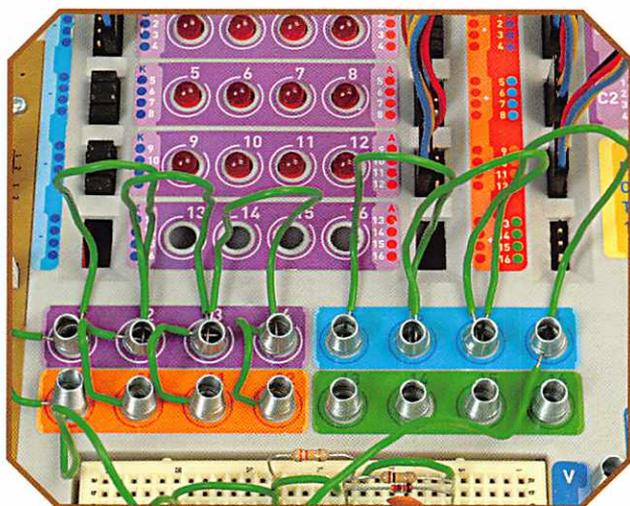
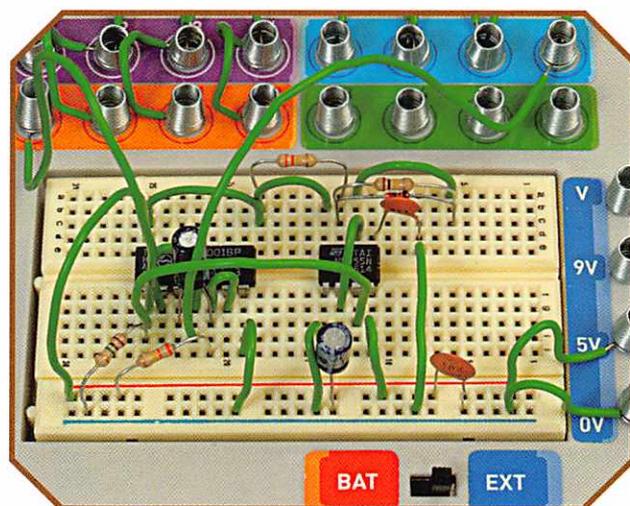
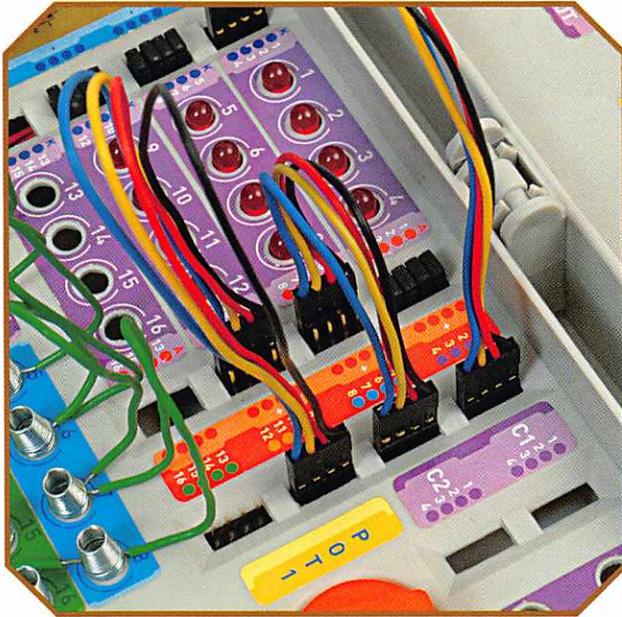
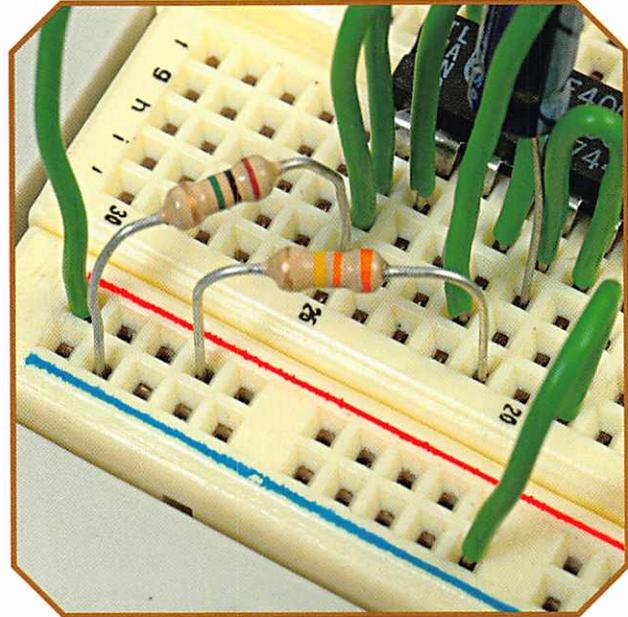
Alimentazione

Questo circuito si deve alimentare a 5 V, però prima di collegare l'alimentazione fra la scheda Bread Board e la molla che porta il 5 V è necessario rivedere con attenzione tutti i collegamenti realizzati, verificando di avere eseguito anche i collegamenti dell'alimentazione dei due circuiti integrati: per U1 il terminale 8 è il positivo e il terminale 1 il negativo, per il circuito integrato U2 il terminale 14 è il positivo e il 7 il negativo.

Questo circuito si può alimentare con le pile, a 5 V su posizione BAT, oppure tramite l'alimentatore esterno anche a 5 V, ma in questo caso con il commutatore dell'alimentazione sulla posizione EXT.

Funzionamento

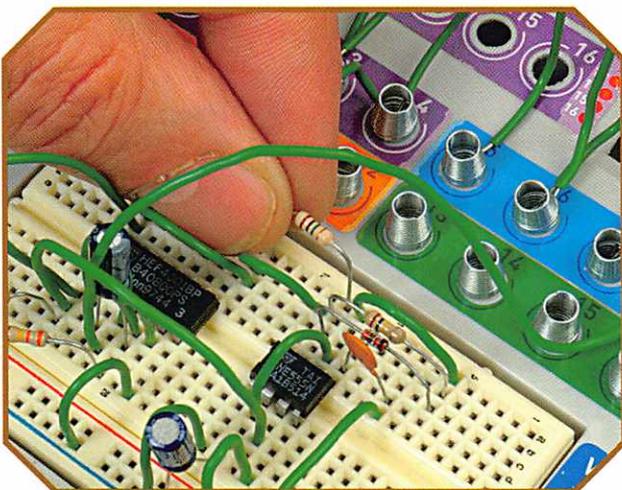
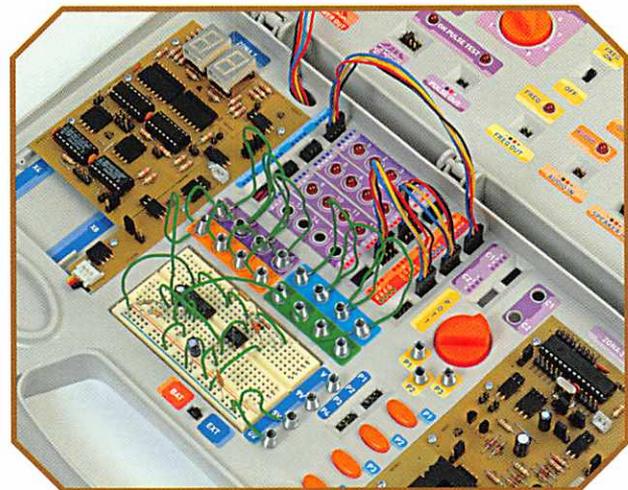
Il circuito è progettato per entrare in funzione non appena riceve la tensione di alimentazione a 5 V.

Le file 1 e 3 di LED si illuminano alternativamente, mentre la terza fila si illumina per un periodo di tempo solamente quando sull'uscita del 555 c'è un livello alto.

Collegamenti della terza fila di LED.

L'alimentazione deve essere a 5 V.

Dettaglio del collegamento.

La resistenza R3 determina il tempo del monostabile.

Modifiche

Le principali modifiche del circuito, sono quelle che hanno lo scopo di cambiare i tempi di accensione della prima fila di LED, che dipendono da R1 e da C3, il tempo di accensione della terza fila, che dipende da R2 e da C3 e il tempo del monostabile che determina il periodo per il quale rimane illuminata la terza fila, che dipende dai valori di R3 e da C4.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 555
U2	Circuito integrato 4001
R1, R3	Resistenza 300 K (arancio, arancio, giallo)
R2	Resistenza 100 K (marrone, nero, giallo)
R4	Resistenza 1 M (marrone, nero, verde)
C1	Condensatore 100 nF
C2	Condensatore 22 nF
C3, C4	Condensatore 10 µF, elettrolitico
D1	Diodo 1N4148

Portando il valore di R1 a 1 M, aumenta il tempo della fila 1.

Laboratorio con l'esperimento completato.

Display LCD (II)

Prima di fare i nostri primi programmi in cui il PIC interagirà con il display LCD, dobbiamo capire come funziona il display. Vedremo ora in modo approfondito alcune caratteristiche del modulo LCD e la libreria "lcd_cxx.inc".

Abilitazione dell'LCD

Abbiamo visto che uno dei pin del modulo LCD, nello specifico il pin 6, serve per abilitarlo. Il segnale di "Enable" o abilitazione, sarà attivo con un livello alto, in caso contrario le linee di I/O passano in stato di alta impedenza, cosa che scollega il modulo LCD dal PIC. Il segnale si attiverà quando si desidera scrivere o leggere dati o comandi sul display. La durata dell'impulso necessario deve essere di 230 ns, anche se per standardizzare il metodo di lavoro di solito si considera un minimo di 500 ns. Nella libreria "lcd_cxx.inc", che si può trovare nella cartella LCD del secondo CD fornito con l'opera, esiste una routine che invia impulsi all'ingresso di abilitazione.

Selezione del modo (linea RS)

La linea 4 dell'LCD o linea RS, seleziona fra il modo comando (RS = 0) o modo di lettura/scrittura di carattere (RS = 1). Nella libreria "lcd_cxx.inc" è inserita una routine per scrivere i comandi sui registri del LCD. La chiamata alla routine "LCD_REG" assicura che RS sia a livello basso prima di inviare l'impulso alla linea di abilitazione.

Esiste anche una routine per scrivere dati nella memoria dell'LCD. Richiamando "LCD_DATO" possiamo scrivere un carattere nella DDRAM o CGRAM dell'LCD, verificando che la linea RS sia posta a livello alto prima di inviare l'impulso alla linea di abilitazione.

Lettura/Scrittura nell'LCD

La linea di controllo R/W, linea 5, determina se si legge il contenuto della memoria del LCD (R/W = 1) o se si scrive in essa (R/W = 0). Prima di utilizzare questa linea è necessario inviare

lcd_cxx.asm - Blocco note

File Modifica Formato Visualizza ?

```
;**************************************************************************
;LCD_E: Impulso di Enable.
;
LCD_E           ENABLE                          ;Attiva E
                nop                             ;Pausa extra di 250 ns
                DISABLE                         ;Disattiva E
                return
;
;**************************************************************************
```

Routine per abilitare l'LCD.

lcd_cxx.asm - Blocco note

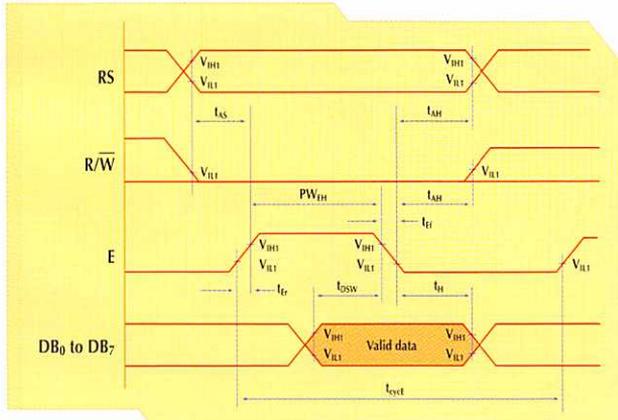
File Modifica Formato Visualizza ?

```
;**************************************************************************
;LCD_DATO: Scrittura dei dati in DDRAM o CGRAM. Invia il dato presente su W
;
LCD_DATO        OFF_COMANDO             ;Disattiva RS (modo comando)
                movwf   PORTB           ;Valore ASCII da portare sulla porta B
                call    LCD_BUSY        ;Attende che si liberi LCD
                ON_COMANDO              ;Attiva RS (modo dato)
                goto    LCD_E           ;Genera impulso di E

;**************************************************************************
;LCD_REG: Scrittura di comandi nel LCD. Invia il comando presente in W

LCD_REG         OFF_COMANDO             ;Disattiva RS (modo comando)
                movwf   PORTB           ;Codice di comando
                call    LCD_BUSY        ;LCD libero?
                goto    LCD_E           ;Sì.Genera impulso di E

;**************************************************************************
```

Routine di selezione del modo.

Operazione di scrittura.

un impulso di abilitazione. Nella figura si può vedere un esempio del processo di scrittura nel modulo LCD. Osservate l'evoluzione delle linee di controllo E, RS e R/W. Prima di dare l'impulso di abilitazione la linea R/W si trova a livello basso, e la linea RS è a livello corrispondente al modo desiderato (comando o carattere).

Osservate anche in che momento si iniziano a scrivere i dati.

Nella tabella riportata in alto a destra, sono evidenziati in dettaglio i tempi presenti nel grafico.

Il processo di lettura è simile a quello appena visto, con la differenza che in lettura la linea R/W passa a livello alto.

Lettura dell'indirizzo del contatore e del flag di occupato

Nel fascicolo precedente abbiamo spiegato che per fare in modo che il PIC non debba at-

Descrizione	Símbolo	Tempo (ns) (VDD = 5 V)	
		Min	Max
Tempo del ciclo di abilitazione	tcycE	500	---
Ampiezza dell'impulso di abilitazione	PWEH	230	---
Tempo di salita/ discesa dell'impulso	tEr,tEf	---	20
Tempo di indirizzamento (di RS e R/W a E)	tAS	40	---
Tempo di ritenzione dell'indirizzamento (di E a RS e R/W)	tAH	10	---
Tempo di configurazione dell'ingresso dei dati	tDSW	80	---
Tempo di ritenzione dell'ingresso dei dati	tH	10	---

Dettaglio dei tempi nelle operazioni di scrittura.

tendere, esiste una routine all'interno della libreria "lcd_cxx.inc" che legge l'indirizzo del contatore e del flag di occupato (BF). Quando questo flag è a 1 si considera che il modulo LCD sia occupato, quindi non si può né leggere né scrivere.

Come possiamo vedere nelle routine presentate, per inviare un carattere o un comando all'LCD prima di abilitare il display si esegue una chiamata alla subroutine "LCD_BUSY". Questa routine configura la porta B per la lettura, ottiene l'indirizzo del contatore e lo stato del flag di occupato e se questo è a 0, configura il modulo LCD per la scrittura.

Avrete notato a questo punto l'errore presente all'interno di questa subroutine. Pote-

lcd_cxx.asm - Blocco note

File Modifica Formato Visualizza ?

```
;****************************************************************
;LCD_BUSY: Lettura del Flag Busy e dell'indirizzo.
;
LCD_BUSY    LEGGERE                 ;Pone LCD in Modo RD
            bsf     STATUS,RP0
            movlw   H'FF'
            movwf   PORTB           ;Porta B ingressi
            bcf     STATUS,RP0      ;Seleziona il banco 0
            ENABLE                  ;Attiva LCD
            nop
LCD_BUSY_1  btfsc   PORTB,7         ;Testa il bit di Busy
            goto    LCD_BUSY_1
            DISABLE                 ;Disattiva LCD
            bsf     STATUS,RP0
            clrf    PORTB           ;Porta B uscita
            bcf     STATUS,RP0
            SCRIVERE                ;Pone LCD in modo WR
            return
;****************************************************************
```

Routine per leggere l'indirizzo del contatore e del flag di occupato.

lcd_cxx.asm - Blocco note

File Modifica Formato Visualizza ?

```
;****************************************************************
;LCD_BUSY: Lettura del Flag Busy e dell'indirizzo.
;
LCD_BUSY    LEGGERE                 ;Pone LCD in Modo RD
            bsf     STATUS,RP0
            movlw   H'FF'
            movwf   TRISB           ;Porta B ingressi
            bcf     STATUS,RP0      ;Seleziona il banco 0
            ENABLE                  ;Attiva LCD
            nop
LCD_BUSY_1  btfsc   PORTB,7         ;Testa il bit di Busy
            goto    LCD_BUSY_1
            DISABLE                 ;Disattiva LCD
            bsf     STATUS,RP0
            clrf    TRISB           ;Porta B uscita
            bcf     STATUS,RP0
            SCRIVERE                ;Pone LCD in modo WR
            return
;****************************************************************
```

Routine dopo aver effettuato la correzione.

Comando	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Cancella display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cursore all'inizio	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x
Modo introduzione	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	x
Display ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
Modo spostamento	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	x	x
Funzione	0	0	0	0	1	DL	Linee	Font	x	x
Indirizzo CGRAM	0	0	0	1	Indirizzo CGRAM					
Indirizzo DDRAM	0	0	1	Indirizzo DDRAM						
Lettura occupato e indirizzo contatore	1	1	BF	Indirizzo DDRAM						
Scrive RAM	1	0	Scrive Dato							
Legge RAM	1	1	Legge Dato							

Comandi di controllo del modulo LCD.

te vedere come si cerca di configurare la porta B come ingresso o come uscita modificando il registro PORTB invece di TRISB. Editate la libreria, modificate le due linee di questa subroutine, cambiando PORTB con TRISB e salvate il file con i cambiamenti.

Comandi del display LCD

Il modulo LCD contiene un microcontroller HD44780 che riconosce i comandi riportati nella tabella in alto.

– Cancella display: cancella il display e riporta il cursore nella posizione iniziale.

– Cursore all'inizio: riporta il cursore nella posizione iniziale mantenendo intatto il contenuto del display.

– Modo istruzione, display ON/OFF e modo spostamento: configurano il cursore e lo spostamento della videata in base ai bit, la cui funzione è specificata nella tabella.

– Funzione: DL indica la lunghezza dei dati dell'interfaccia, N il numero delle linee del display e F il tipo di carattere.

– Indirizzo CGRAM: dopo l'esecuzione di questo comando colloca il dato inviato o ricevuto nella CGRAM.

– Indirizzo DDRAM: la stessa funzione spiegata precedentemente ma nella DDRAM.

– Flag di occupato BF: legge BF indicando se è in corso un'operazione interna e legge anche l'indirizzo del contatore.

Bit	0	1
I/D	Decrementa la posizione del cursore	Incrementa la la posizione del cursore
S	Senza spostamento	Con spostamento
D	Display OFF	Display ON
C	Cursore OFF	Cursore ON
B	Lampeggio del cursore OFF	Lampeggio del cursore ON
S/C	Muove il cursore	Sposta la videata
R/L	Sposta a sinistra	Sposta a destra
DL	Interfaccia da 4 bit	Interfaccia da 8 bit
Linee	Una linea	Due linee
Font	5x7 punti	5x10 punti
BF	Può accettare l'istruzione	Operazione interna in corso

Descrizione dei bit dei comandi.

– Scrive/Legge RAM: scrive/legge dati dalla RAM (DDRAM o CGRAM).

Inizializzazione

È necessario inizializzare il display LCD prima di utilizzarlo. Inviamo al display il comando Function con il valore "00111000", cioè una

```
lcd_cxx.asm - Blocco note
File  Modifica  Formato  Visualizza  ?

;*****************************************************************************
;LCD_INI: Inizializzazione del LCD inviando il comando "Function Set" 3 volte consecutive
;con un intervallo di 5 ms. LCD si cancella e il cursore va nella prima posizione

LCD_INI         movlw   b'00111000'
                call    LCD_REG             ;Codice di istruzione
                call    LCD_DELAY           ;Temporizza
                movlw   b'00111000'
                call    LCD_REG             ;Codice di istruzione
                call    LCD_DELAY           ;Temporizza
                movlw   b'00111000'
                call    LCD_REG             ;Codice di istruzione
                call    LCD_DELAY           ;Temporizza
                movlw   b'00000001'         ;Cancella LCD e Home
                call    LCD_REG
                return

;*****************************************************************************
```

Routine di inizializzazione del display.

```
lcd_cxx.asm - Blocco note
File  Modifica  Formato  Visualizza  ?

;*****************************************************************************
;LCD_DELAY: Routine di temporizzazione di 5 ms. Si utilizzano le variabili LCD_Temp_1
;e LCD_Temp_2 al posto del TMR0. Quest'ultimo rimane libero per le applicazioni dell'utente

LCD_DELAY:      clrwdt
                movlw   .10
                movwf   Lcd_Temp_1
                clrf    Lcd_Temp_2
LCD_DELAY_1:    decfsz  Lcd_Temp_2,F
                goto    LCD_DELAY_1
                decfsz  Lcd_Temp_1,F
                goto    LCD_DELAY_1
                return
```

Routine di temporizzazione.

configurazione da 8 bit di dati, due linee di display con una matrice del carattere composta da 5x7 pixel. Il display rimarrà configurato con questi parametri.

L'inizializzazione ha un ordine che dobbiamo mantenere.

Nella routine "LCD_INI" della libreria "lcd_cxx.inc" possiamo vedere questo curioso ordine. Si invia tre volte questo comando con intervalli di tempo determinati dalla routine "LCD_DELAY".

Fatto questo la routine invia il comando cancella display. Nella routine di temporizzazione si attendono 5 ms, ma senza utilizzare i temporizzatori proprio del PIC in modo che questi rimangano liberi e a disposizione dell'utente.

```
lcd_cxx.asm - Blocco note
File  Modifica  Formato  Visualizza  ?
;
;                          LCD_CXX.INC
;
;
;L'insieme di routine che presentiamo di seguito, permette di realizzare le operazioni fondamentali
;per il controllo del modulo di visualizzazione LCD. Questo file si deve includere nei futuri
;programmi sorgente mediante la direttiva INCLUDE.

#define ENABLE          bsf PORTA,2         ;Attiva segnale E
#define DISABLE         bcf PORTA,2         ;Disattiva segnale E
#define LEGGERE         bsf PORTA,1         ;Poni LCD in Modo RD
#define SCRIVERE        bcf PORTA,1         ;Poni LCD in Modo WR
#define OFF_COMANDO     bcf PORTA,0         ;Disattiva RS (modo comando)
#define ON_COMANDO      bsf PORTA,0         ;Attiva RS (modo dato)

                CBLOCK  Lcd_var             ;Inizio delle variabili. Sarà il primo
                Lcd_Temp_1                  ;indirizzo libero disponibile
                Lcd_Temp_2
                ENDC

;*****************************************************************************
;UP_LCD: Configurazione PIC per il LCD.
;
UP_LCD          bsf     STATUS,RP0          ;Banco 1
                clrf    PORTB               ;RB <0-7> uscite digitali
                movlw   b'00011000'
                movwf   PORTA               ;RA0-RA2 uscite, RA3-RA4 ingressi
                bcf     STATUS,RP0          ;Banco 0
                OFF_COMANDO                 ;RS=0
                DISABLE                     ;E=0
                return
;
;*****************************************************************************
```

Intestazione della libreria e routine di configurazione del PIC.

Intestazione della libreria e routine di configurazione del PIC

Abbiamo visto molte delle routine che potremo trovare nella libreria di gestione dell'LCD, ma manca ancora una nozione molto importante. Quando facciamo una libreria in essa cerchiamo di inserire tutti quei processi che sono relativi o che devono essere ripetuti molte volte in diversi programmi.

Nella libreria che comprende le principali routine di utilizzo di un modulo LCD abbiamo raggruppato tutte le azioni tipiche da eseguire su un display di questo tipo, ma c'è un aspetto della configurazione che non abbiamo ancora contemplato. Quando il PIC lavora con un LCD dovrà sempre avere una precisa configurazione che possiamo fissare nella libreria. Definiremo così la porta B come uscita e della porta A, RA2:RA0 come uscite e RA4 e RA3 come ingressi. La routine si completa con la definizione delle variabili e con l'associazione delle istruzioni più comuni a un nome, in modo da non doverle scrivere ogni volta che si utilizzano, ma semplicemente nominarle.